

土木学会 2019 年度全国大会 第 74 回年次学術講演会(平成 31 年 9 月)

トンネルLED照明の適正な清掃頻度の検討

本州四国連絡高速道路株式会社 正会員 ○清水一生
 本州四国連絡高速道路株式会社 吉本紀一
 本州四国連絡高速道路株式会社 西野晋二

はじめに

本州四国連絡高速道路株式会社が管理する舞子トンネルの照明設備は、2015 年度に光源を高圧ナトリウムランプから LED に更新した。更新前まで使用していた高圧ナトリウムランプの定格寿命が約 24,000 時間のため、概ね 3 年に 1 回のランプ交換を必要としていたが、LED に更新後はその頻度が長期化するため、維持管理費及び交通規制回数の低減が期待されることである。しかし、ランプ交換とあわせて実施していた灯具清掃回数も低減されることから、これまでどおりの清掃頻度で実施した場合、灯具清掃のみを単独で行う必要があるが清掃頻度について定められた基準が無く、適正な清掃頻度を定める必要があった。

本稿では、トンネル内灯具の汚損状況の調査結果と、煤塵付着による汚損の促進試験による清掃頻度の検討について報告する。

1. トンネル照明の清掃頻度

トンネル内路面輝度の低下要因として、以下のことが考えられる。

- 1) 光源光束の低下
- 2) トンネル壁面及び路面の汚損による反射輝度の低下
- 3) 灯具ガラス面の汚損による光束の低下

3) 灯具ガラス面の汚損については、従来、ランプ交換にあわせて清掃していたため、LED 照明による長寿命化によりその頻度が減少することから、適正な清掃頻度について検討を行った。

2. 灯具汚損状況の把握

灯具は、トンネル内で一律に汚損しているのか、灯具ごとにどれくらいの汚損の差が生じているかは把握できていないため、更新後 1 年程度運用した灯具ガラス面

への付着物による灯具の汚損状況について、以下の手法により確認した。

- ① 50m 間隔で灯具上面にビニールテープを貼り付ける。
- ② 付着した煤塵から、汚損度を視覚的に判断する。

採取したビニールテープをトンネル略図に並べた結果、トンネル出口に近づくにつれ、煤塵の付着量が多くなる結果となった(図-1)。

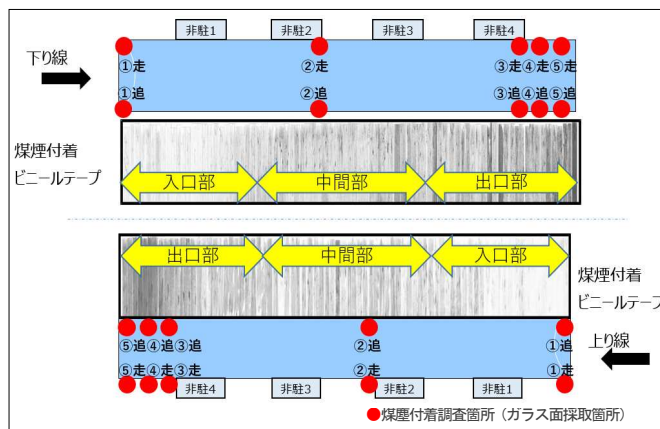


図-1 汚損分布調査結果

3. 光透過率試験

汚損状況調査で得た合計 20 箇所のガラスを新しいガラスと交換し、照明メーカーの工場へ持ち帰り、ガラス面の汚損度を数値的に表すため光透過率試験を行った。新しいガラスと今回採取したガラスで、同一光源での光束を測定し、以下の式より光透過率から求まる光減衰率で算出する。[光減衰率(%) = 100 - 光透過率※]

※ (光透過率 = 採取したガラス光束値 ÷ 新ガラス光束値)

トンネル出口に近づくにつれて煤塵付着量が多いことから、光減衰率も同じ傾向にあり、下り線では最大 13.0%, 上り線では最大 27.4% の光減衰が更新後 1 年のトンネル内で発生していることが判明した。

キーワード トンネル LED 照明 清掃頻度

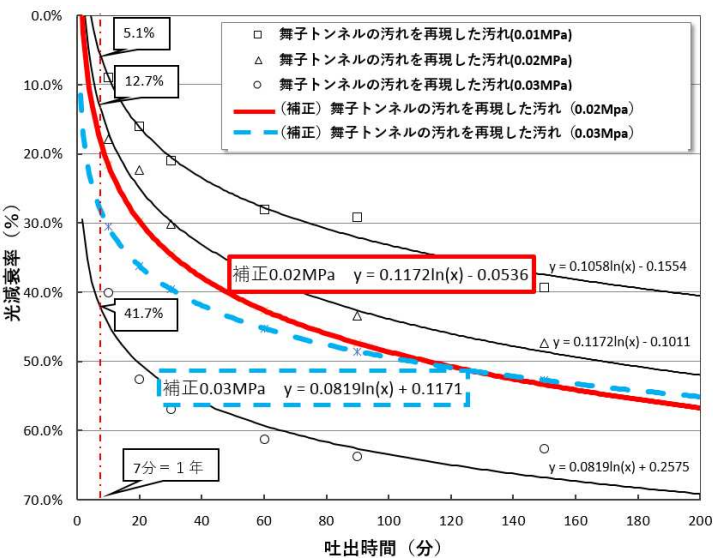
連絡先 〒655-0852 兵庫県神戸市垂水区名谷町 549 番地 078-709-1551

4. 煤塵付着による汚損の促進試験

今回採取したガラス面に付着した煤塵量は1年間に蓄積した量であることから、煤塵付着物の成分解析によって得られたデータを基に煤塵と同じ成分の化合物を生成し、同種同量を灯具ガラス面に付着させ、灯具ガラス面の汚損の経年変化の予測を行うため煤塵付着による汚損の促進試験（以下「促進試験」という。）を実施した。

舞子トンネル内では、各箇所により汚損状況が異なるため、促進試験で得られた結果と、現地から採取したガラスによる光透過率試験の結果から双方の光減衰率が近似する吐出時間の照合を行い、促進試験による吐出時間7分が舞子トンネル実環境下での1年に相当すると仮定する。

実環境値に近似するよう補正を行うものとする（図－2）。



図－2 近似曲線（補正值考慮）

5. 清掃頻度の検討

トンネル照明は平均路面輝度値を基準として管理することから、更新直後と1年後の平均路面輝度測定値により、清掃頻度を検討することとした（表－1）。

表－1 平均路面輝度測定結果

点灯モード	路面輝度 (基準)	測定値		減衰率
		2016年2月	2017年2月	
基本照明下り線	4.5 cd/m ²	7.5 cd/m ²	5.8 cd/m ²	23%
基本照明上り線		6.9 cd/m ²	5.0 cd/m ²	28%

1年後の路面輝度は灯具ガラス面の汚損による減衰と考えてよいため、基準輝度を下回るまでの許容値を維持率とし、清掃頻度の検討を行う。

ここで、[維持率＝基準輝度／初期の測定輝度]とし、上下線の維持率を算出する。

舞子トンネル下り線維持率＝4.5/7.5＝0.6

舞子トンネル上り線維持率＝4.5/6.9＝0.65

よって、灯具ガラス面の汚損による光減衰が、上述の維持率に到達した時点を清掃時期と考えた。清掃の最短周期を求めることで安全面に傾くことから、維持率は上下線とも0.65とし、低下率を35%とする。

以上より、舞子トンネルにおける清掃頻度は、促進試験結果より、吐出時間7分を1年間の汚損として換算し光減衰が35%に到達する年数で清掃すべきであると推定した。

この結果より、舞子トンネルにおける清掃頻度（案）を表－2に示す。

表－2 舞子トンネル清掃頻度（案）

場 所	吐出圧力	清掃周期	対象数量
下り線入口部	0.01 MPa	10～16年	162 灯
中間部	0.01 MPa	10～16年	83 灯
出口部	0.02 MPa	6～7 年	151 灯
上り線入口部	0.02 MPa	6～7 年	160 灯
中間部	0.02 MPa 補正	4～5 年	82 灯
出口部	0.03 MPa 補正	2～3 年	142 灯

おわりに

今回の検討により舞子トンネル内では、上下線の入口部、中間部、出口部ごとに灯具ガラス面の汚損状況に違いがあり、どの程度の汚れで光減衰による平均路面輝度が低下しているかがわかった。今回の清掃頻度予測は、更新後1年のデータを用いたものであるが、壁面清掃の実施により路面輝度が20%程度回復した結果もあり3年経過した現在において基準輝度は満足できている状況である。このことにより周辺環境や汚損の速度、交通量等を組み合わせた予測手法の補完は継続的に必要と考える。

今後、トンネル照明がLED照明に更新される予定であることから、今回得られた結果を基に、他のトンネルにおいても同様に適正な清掃頻度を検討するとともに、予測精度向上のため今後も実測データを検証し、点検管理要領の基準化を目指したい。